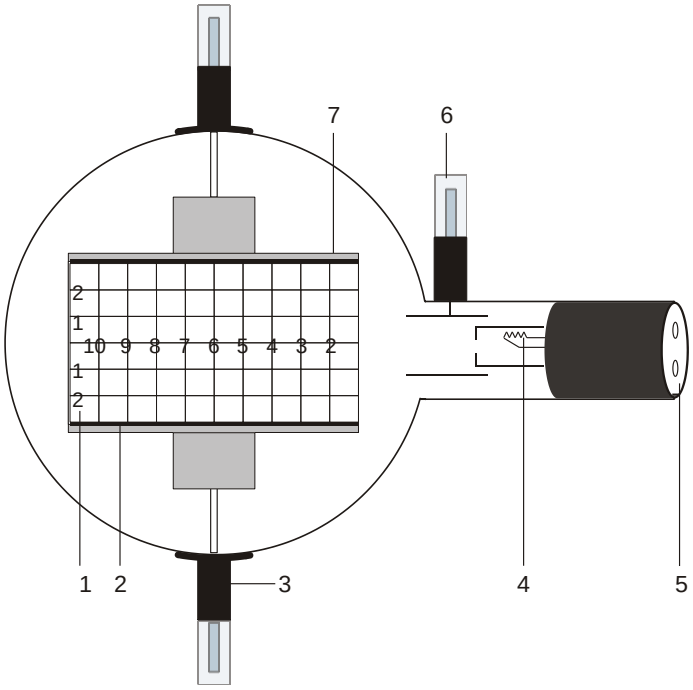
Tubo di deflessione del fascio elettronico D 1000651

Istruzioni per l'uso

10/15 ALF



1 Schermo fluorescente
2 Piastra di deflessione inferiore
3 Supporto con spinotto da 4 mm per il collegamento della piastra condensatore
4 Cannone elettronico
5 Connettore da 4 mm per il collegamento di riscaldamento e catodo
6 Spinotto da 4 mm per il collegamento dell'anodo
7 Piastra di deflessione superiore

1. Avvertenze per la sicurezza

I tubi catodici incandescenti sono bulbi in vetro a pareti sottili, sotto vuoto. Maneggiare con cura: rischio di implosione!

- Non esporre i tubi a sollecitazioni meccaniche.
- Non esporre il cavi di collegamento a sollecitazioni alla trazione.
- Il tubo può essere utilizzato esclusivamente con il supporto D (1008507).

Tensioni e correnti eccessive e temperature catodiche non idonee possono distruggere i tubi.

- Rispettare i parametri di funzionamento indicati.
- Eseguire i collegamenti soltanto con gli apparecchi di alimentazione disinseriti.
- Montare e smontare il tubo soltanto con gli apparecchi di alimentazione disinseriti.

Durante il funzionamento il collo del tubo si riscalda.

- Se necessario far raffreddare i tubi prima di smontarli.

Il rispetto della Direttiva CE per la compatibilità elettromagnetica è garantito solo con gli alimentatori consigliati.

2. Descrizione

Il tubo di deflessione del fascio elettronico serve per analizzare i fasci elettronici in campi elettrici e magnetici. Consente sia una valutazione della carica specifica *e*/*m* sia la determinazione della velocità degli elettroni v.

Il tubo di deflessione del fascio elettronico dispone di un cannone elettronico in un'ampolla di vetro sotto vuoto con sistema ad elettrodi focalizzante, di un catodo incandescente al tungsteno riscaldato direttamente e di un anodo cilindrico. Tramite un condensatore a piastre incorporato, è possibile deflettere il fascio elettronico in modo elettrostatico e tramite l'utilizzo delle bobine di Helmholtz D (1000644) in modo magnetico. Le piastre di deflessione sostengono uno schermo fluorescente con reticolo in cm, ruotato di 15° rispetto all'asse del fascio, sul quale è reso visibile l'andamento del fascio elettronico.

3. Dati tecnici

Riscaldamento:	≤ 7,5 V CA/CC
Tensione anodica:	1000 V – 5000 V CC
Corrente anodica:	ca. 0,1 mA /UA = 4000 V
Tensione del condensatore:	max. 5000 V
Distanza piastre condensatore:	ca. 54 mm
Schermo fluorescente:	90 mm x 60 mm
Ampolla:	ca. 130 mm Ø
Lunghezza totale:	ca. 260 mm

4. Utilizzo

Per l'esecuzione degli esperimenti con il tubo di deflessione del fascio elettronico sono inoltre necessari i seguenti apparecchi:

1 Portatubo D 1008507

2 Alimentatore ad alta tensione 5 kV (115 V, 50/60 Hz) 1003309

oppure

2 Alimentatore ad alta tensione 5 kV (230 V, 50/60 Hz) 1003310

1 Coppia di bobine di Helmholtz D 1000644

1 Alimentatore CC 20 V (115 V, 50/60 Hz) 1003311

oppure

1 Alimentatore CC 20 V (230 V, 50/60 Hz) 1003312

1 Multimetro analogico AM51 1003074

In aggiunta si consiglia:
Adattatore di protezione bipolare 1009961

4.1 Inserimento del tubo nel portatubi

- Montare e smontare il tubo soltanto con gli apparecchi di alimentazione disinseriti.
- Spingere completamente all'indietro il dispositivo di fissaggio del portavalvole.
- Inserire il tubo nei morsetti.
- Bloccare il tubo nei morsetti mediante i cursori di fissaggio.
- Se necessario, inserire un adattatore di protezione sui jack di collegamento del tubo.

4.2 Rimozione del tubo dal portatubi

- Per rimuovere il tubo, spingere di nuovo all'indietro il dispositivo di fissaggio e rimuoverlo.

5. Esempi di esperimenti

5.1 Deflessione magnetica

- Cablare il tubo come indicato nella fig. 2. Collegare il polo negativo della tensione anodica al connettore da 4 mm contrassegnato con il segno meno sul collo del tubo.
- Inserire le bobine nei fori corrispondenti del portatubi.
- Attivare l'alimentatore ad alta tensione.
- Applicare tensione alle bobine e osservare l'andamento del fascio.

L'andamento del fascio elettronico è circolare e la deflessione avviene in un piano verticale al campo magnetico.

Ad una tensione anodica costante il raggio della deflessione si riduce aumentando la corrente di bobina.

Con una corrente di bobina costante il raggio aumenta incrementando la tensione anodica. Ciò è indice di una maggiore velocità.

Un elettrone di massa *m* e di carica *e* che si muove verticalmente rispetto al campo magnetico *B*, viene forzato dalla forza Lorentz *B* e *v* in un binario circolare:

$$B \cdot e \cdot v = \frac{m \cdot v^2}{r} \qquad (1)$$

dove *v* è uguale alla velocità dell'elettrone e *r* è uguale al raggio di curvatura.

5.2 Deflessione elettrica

- Cablare il tubo come indicato nella fig. 3. Collegare il polo negativo della tensione anodica al connettore da 4 mm contrassegnato con il segno meno sul collo del tubo.
- Attivare l'alimentatore ad alta tensione.
- Attivare la tensione del condensatore e osservare l'andamento del fascio.

Un elettrone che attraversa alla velocità *v* il campo elettrico *E* di un condensatore a piastre con la tensione del condensatore U_P e la distanza dalle piastre *d*, viene deflesso su un binario parallelo:

$$y = \frac{1}{2} \cdot \frac{e}{m} \cdot \frac{E}{v^2} \cdot x^2 \qquad (2)$$

dove *y* è la deflessione lineare lungo la distanza lineare *x*.

5.3 Determinazione di *e*/*m* e *v*

5.3.1 Mediante deflessione magnetica

- Struttura di prova come da fig. 2.

Per la velocità dipendente dalla tensione anodica U_A degli elettroni *v* vale quanto segue:

$$v = \sqrt{2 \cdot \frac{e}{m} \cdot U_A} \qquad (3)$$

Dalle equazioni 1 e 3 per la carica specifica *e*/*m* deriva che:

$$\frac{e}{m} = \frac{2 \cdot U_A}{(B \cdot r)^2} \qquad (4)$$

U_A può essere letta direttamente, *B* e *r* possono essere determinati in modo sperimentale.

5.3.1.1 Determinazione di *r*

Per il raggio di curvatura *r* del fascio di elettroni deflesso, vale quanto segue come deducibile dalla fig. 1:

$$r^2 = x^2 + (r - y)^2$$

di conseguenza:

$$r = \frac{x^2 + y^2}{2 \cdot y} \qquad (5)$$

5.3.1.2 Determinazione di *B*

Per la densità di flusso magnetica *B* del campo magnetico secondo la geometria di Helmholtz della copia di bobine e della corrente di bobina *I* vale quanto segue:

$$B = \left(\frac{4}{5}\right)^{\frac{3}{2}} \cdot \frac{\mu_0 \cdot n}{R} \cdot I = k \cdot I \qquad (6)$$

dove *k* è uguale in buona approssimazione a 4,2 mT/A
con *n* = 320 (spire) e *R* = 68 mm (raggio della bobina).

5.3.2 Mediante deflessione elettrica

- Struttura di prova come da fig. 3.

Convertendo la formula 2 risulta per *e*/*m* quanto segue:

$$\frac{e}{m} = \frac{2y}{E}\frac{v^2}{x^2} \qquad (7)$$

dove $E = \frac{U_P}{d}$

con U_P = tensione del condensatore e *d* = distanza tra le piastre

5.3.3 Mediante compensazione del campo

- Struttura di prova come da Fig. 4.
- Attivare gli alimentatori ad alta tensione e deflettere elettrostaticamente il fascio di elettroni.
- Attivare l'alimentatore delle bobine e regolare la tensione in modo che il campo magnetico compensi il campo elettrico e il fascio non venga più deflesso.

Il campo magnetico compensa la deflessione del fascio elettronico con il campo elettrico. Ossia:

$$e \cdot E = e \cdot v \cdot B$$

Quindi per *v*:

$$v = \frac{E}{B} \qquad (8)$$

con $E = \frac{U_P}{d}$. Per la determinazione di *B* vedere il punto 5.3.1.2.

Per *e*/*m* vale quanto segue:

$$\frac{e}{m} = \frac{1}{2 \cdot U_A} \cdot \left(\frac{E}{B}\right)^2 \qquad (9)$$

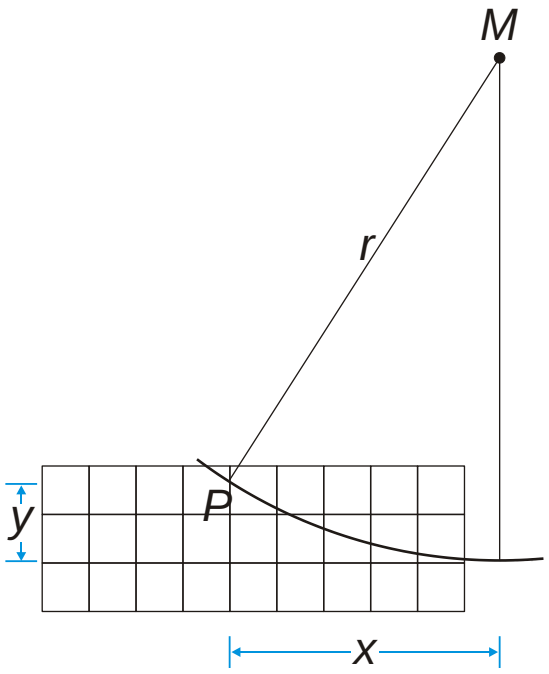


Fig. 1 Determinazione di *r*

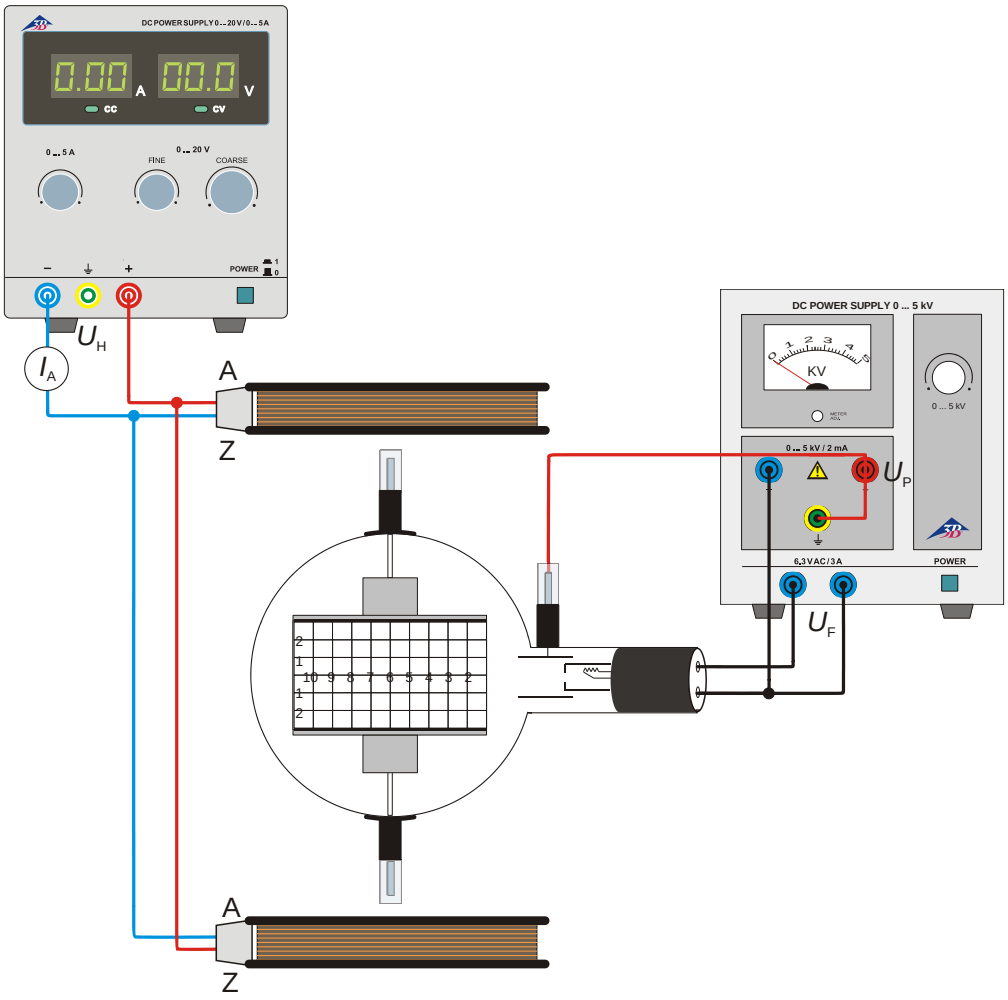


Fig. 2 Deflessione magnetica

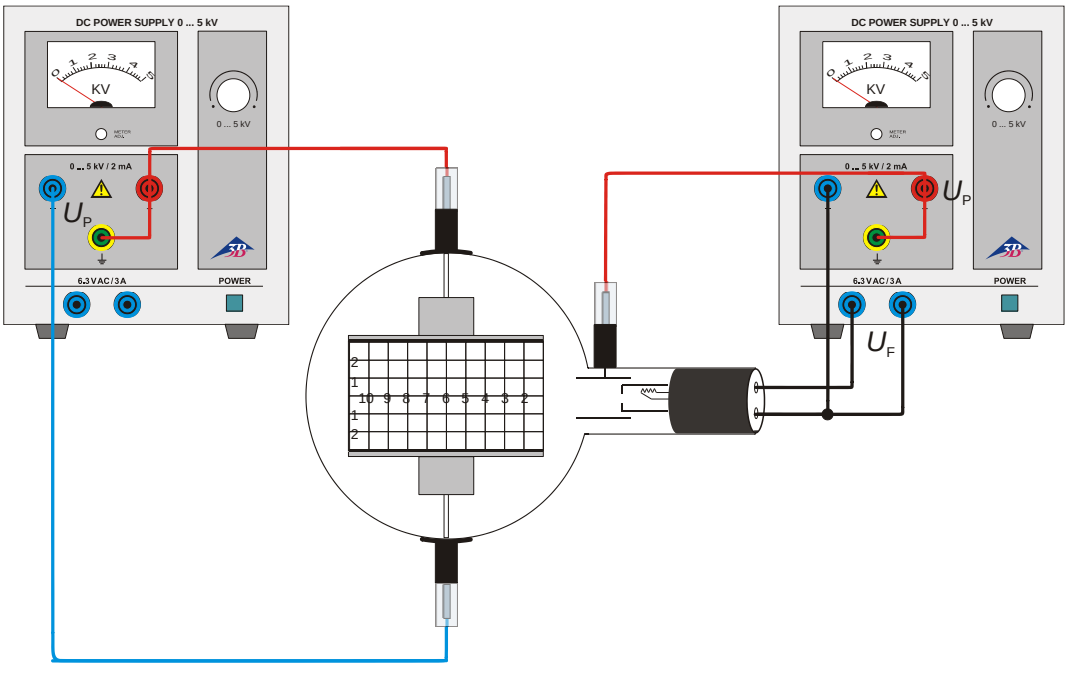


Fig. 3 Deflessione elettrica

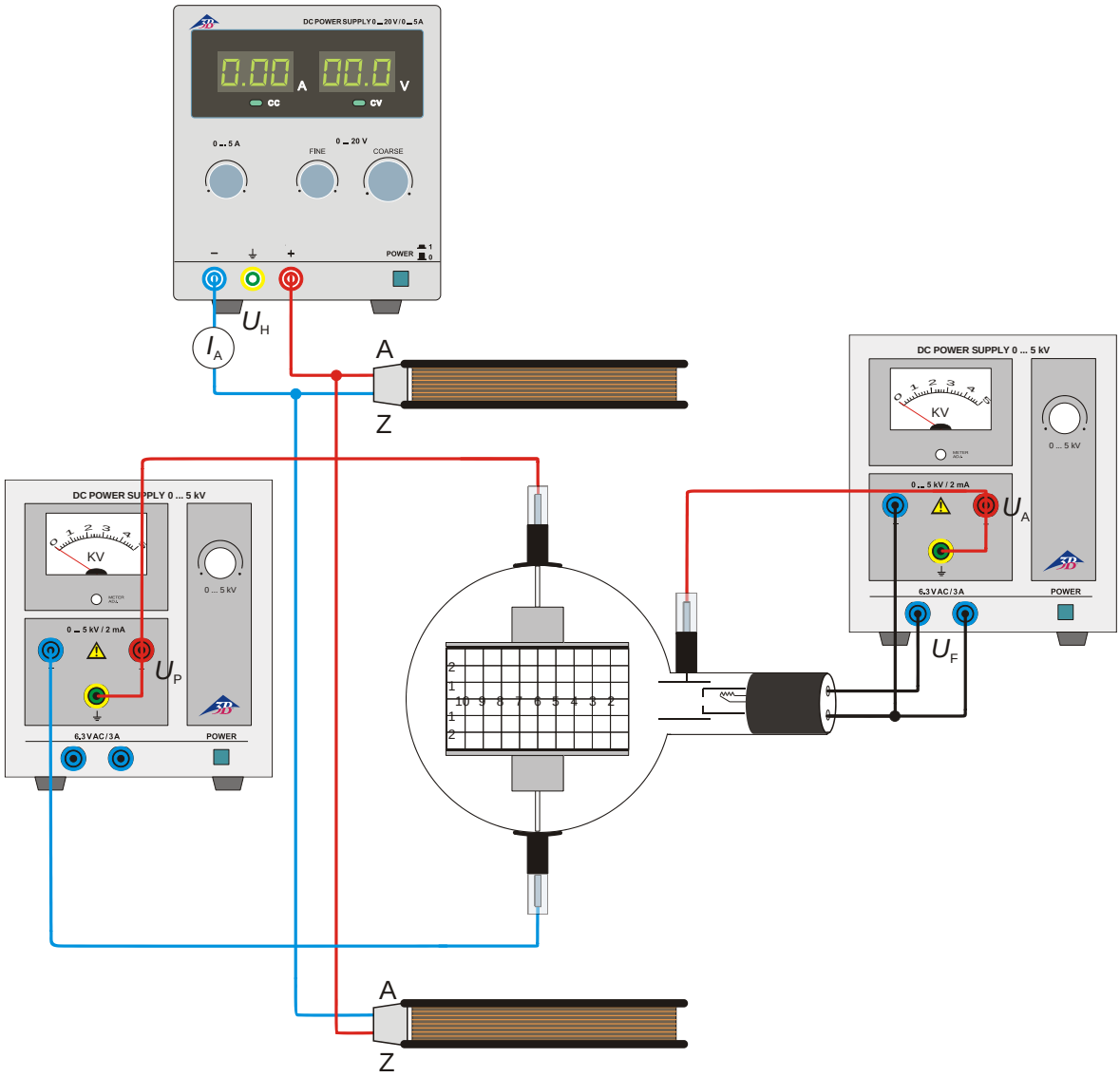


Fig. 4 Determinazione di *e*/*m* mediante compensazione del campo

© Copyright 2015 3B Scientific GmbH